

## ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ БАЙЕСОВСКОГО ПОДХОДА К ОЦЕНИВАНИЮ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

**Боцюра О.А.**

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, кафедра  
метрологии и измерительной техники, тел. (057) 702-13-31,  
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, E-mail: [mit@kture.kharkov.ua](mailto:mit@kture.kharkov.ua)*

С момента создания «Руководства по выражению неопределенности измерений» (GUM) [1], которое в настоящее время является фактическим стандартом выражения качества измерений в международной практике, прошло более 20 лет. За это время были выявлены многие его недостатки, которые привели к необходимости разработки подхода, основанного на численной реализации закона распространения распределений [2]. Анализ, проведенный в [2], показывает, что оценки неопределенности измерений, получаемые при его использовании, соответствуют байесовским оценкам [3]. В тоже время, сравнение оценок суммарной стандартной неопределенности, получаемых с использованием подходов, описанных в [1] и [2], показывает их численное отличие, обусловленное, прежде всего, различием в нахождении стандартных неопределенностей входных величин по типу А. Это поставило перед Рабочей группой WG1 по руководствам в метрологии задачу ревизии GUM на основе байесовского подхода [4].

Первый проект NewGUM был распространен к концу 2014 года среди Национальных метрологических институтов и других получателей. Анализ этого документа позволил выявить следующие проблемы реализации байесовского подхода к оцениванию неопределенности измерений:

- переход к оценкам неопределенности типа А на основе байесовского подхода увеличивает минимальное число повторных измерений до четырех, что приводит к невозможности оценивания неопределенности в тех случаях, когда требуется ограничить число многократных измерений тремя из-за их трудоемкости, больших временных затрат на их выполнение или ограниченности испытательного материала [5];

- применение байесовского оценивания приводит к необходимости сохранения в NewGUM закона распространения неопределенности, использование которого для нелинейных модельных уравнений и значительных неопределенностей входных величин приводит к смещению оценок значений измеряемой величины и их неопределенности [6];

- байесовское оценивание стандартной неопределенности типа А основано на методе максимального правдоподобия и чувствительно к закону распределения показаний средств измерений: отличие закона распределения их генеральной совокупности от гауссова порождает недостоверность оценок неопределенности измерений [7], а вычисление точных значений таких оценок для ряда реальных законов распределения генеральной совокупности затруднительно;

- байесовский подход предполагает оценивание стандартных неопределенностей входных величин как параметров законов их распределений, однако при оценивании входных величин по типу В закон их распределения чаще всего задается эвристически, что может привести к недостоверным оценкам стандартной неопределенности [8];

- применение байесовского подхода затрудняет получение достоверных оценок расширенной неопределенности, поэтому предложенный в NewGUM способ не зависит от действительного закона распределения измеряемой величины и приводит к завышенным оценкам расширенной неопределенности [9].

Перечисленные проблемы требуют их действенного решения.

### Список литературы

1. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. – Geneva: ISO, 1993. – 101 p.
2. JCGM 101:2008. Evaluation of measurement data – Supplement 1 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” – Propagation of distributions using a Monte Carlo method. – JCGM, 2008. – 88 p.
3. Боцюра О.А., Захаров И.П. Байесовский подход к оцениванию неопределенности измерений в документах JCGM // Метрология и метрологично осигуряване 2015: Сборник доклади XXV научен симпозиум с международно участие, 7-11 Септември 2015 г., Созопол, България, с. 116–122.
4. Bich et al. Revision of the «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement» // Metrologia. – 2012, – Vol. 49, pp. 702–705.
5. Боцюра О.А., Захаров И.П. NewGUM: шаг вперед – два шага назад // Научни трудове на Русенския университет, 2015, том 54, серия 2, секция механика и машиностроителни технологии, с. 9-14.
6. Боцюра О.А., Захаров И.П. Анализ подходов к оцениванию вкладов неопределенностей входных величин в неопределенность измеряемой величины // Метрология и приборостроение, 2016, №3, с. 22-27.
7. Боцюра О.А., Захаров И.П. Влияние закона распределения показаний средств измерений на точность оценок неопределённости измерений // Метрология, 2016, №3, с. 12-18.
8. Прокопов А.В., Захаров И.П., Боцюра О.А. Разработка рекомендаций по обоснованию модельного уравнения при оценивании неопределенности измерений // Метрологія та вимірювальна техніка (Метрологія – 2016): Тези доповідей X Міжнародної науково-технічної конференції, 5-7 жовтня 2016 р., Харків: ННЦ «Інститут метрології», с. 17.
9. Боцюра О.А., Захаров И.П. Сравнительный анализ различных способов вычисления коэффициента охвата при байесовском подходе к оцениванию неопределенности измерений // Системи обробки інформації, 2016, вип. 6(143), с. 20 – 24.